

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-339916

(43) 公開日 平成8年(1996)12月24日

(51) Int. Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 7/02			H 0 1 F 7/02	D
A 6 1 B 5/055		8908-2G	G 0 1 R 33/20	
G 0 1 R 33/383			A 6 1 B 5/05	3 3 1
33/20			G 0 1 N 24/06	5 1 0 P

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平7-144432

(22) 出願日 平成7年(1995)6月12日

(71) 出願人 000002060

信越化学工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(72) 発明者 大橋 健

福井県武生市北府2丁目1番5号 信越化学工業株式会社磁性材料研究所内

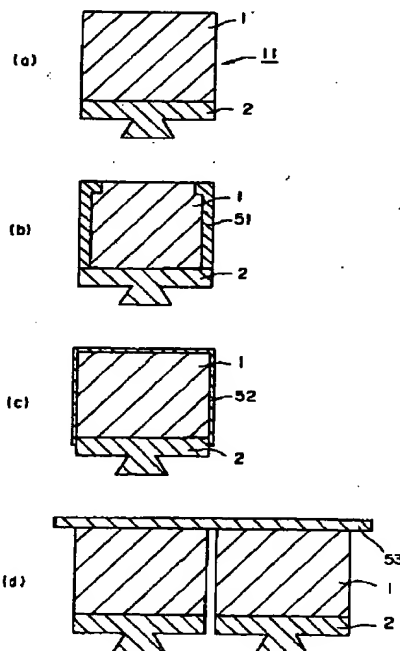
(74) 代理人 弁理士 山本 亮一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 永久磁石磁気回路

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 永久磁石磁気回路において、着磁された高特性大型磁石を、安全にかつ容易に、大型のヨーク構造物に組み込むことを可能にする。

【構成】 永久磁石と磁性または非磁性ヨークとにより構成される永久磁石磁気回路において、永久磁石をヨーク板に固着し磁石とヨーク板とが一体となった磁石構造物が、有り溝に挿入されて固定され、より大きな磁石構造物を形成してなることを特徴とする永久磁石磁気回路。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 永久磁石と磁性または非磁性ヨークとにより構成される永久磁石磁気回路において、永久磁石をヨーク板に固着し磁石とヨーク板とが一体となった磁石構造物が、有り溝に挿入されて固定され、より大きな磁石構造物を形成してなることを特徴とする永久磁石磁気回路。

【請求項 2】 希土類永久磁石を対向させその空隙側表面に磁石整磁板を配置し、更に空隙と反対側に永久磁石を保持するためのバックヨークを設け、これらを継鉄で磁氣的に結合してなる永久磁石磁気回路において、永久磁石を鉄プレートに固着して一体化し、これを該バックヨークの有り溝に擦り込ませて固定させてなる、請求項 1 記載の永久磁石磁気回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、永久磁石磁気回路に関するものであり、特にMRI装置や大型同期モータのロータ構造物に有用とされる、永久磁石磁気回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】永久磁石とヨーク構造物よりなる永久磁石磁気回路において、従来は永久磁石はバックヨークに直接固着されていた。固着の方法としては、接着剤による接着や物理的固定、もしくは可能な場合はタップ穴を立ててネジで固定していた。普通、ヨークは鉄材の場合が多く、鉄ヨークと磁石との吸引力も加わるため、永久磁石とヨークの固定には問題が生じなかった。従来、多く用いられているフェライト磁石は、磁気特性がたかだか4MGOeであり、例えば自動車電装用モータに用いられる相対的に大きなフェライト磁石のロータヨークへの組み付けも、吸引力・反発力が余り大きくないため、ロータヨークに直接固着すれば良く、問題は生じなかった。また、フェライト磁石の10倍以上のエネルギー積を有する高特性の希土類永久磁石もよく用いられるようになったが、70W以下の小型モータ用途がほとんどなので、ヨークに磁石を直接接着してもまったく問題は生じなかった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかるに、最近が高特性希土類永久磁石を用いた大型磁気回路が作製・量産化されるようになってきた。典型的な例は、医療用のMRI装置に用いる大型マグネットで、一台あたりの希土類永久磁石使用重量が1tを超える大型永久磁石磁気回路である。直径で1m強の大型磁石を、粉末冶金法により一体で作製することは、現状では不可能である。また仮に1m強の磁石を作製することが可能であったとしても、一度に着磁を行うことができないし、着磁されたものを鉄ヨークに組み付けることも実質上不可能である。従って、10cm角程度の磁石を多数個組み合わせ、大

型磁石を構成している。個々の磁石の大きさは、最終的に磁気回路として必要な大きさに比較すると小さいが、従来使用されていた小型モータ用磁石形状などよりも、非常に大型化している。このような大きさ(10cm角)の磁石と鉄ヨークの間の吸引力は非常に大きく、また隣接磁石間との反発力でさえも400~500kgf以上になる。それぞれ必要な永久磁石形状は異なるが、電気自動車用や輸送用の大型同期モータ、搬送用リニア同期モータなどにも、大型の高特性永久磁石が用いられ始めている。

【0004】大型希土類永久磁石を鉄ヨーク構造物に組み付けるために、いくつかの方法が考えられる。一つは、着磁された大型磁石を組み付け治具に保持し、鉄バックヨークに直接取り付け、接着剤または物理的な押さえで固定を行う。この時、鉄バックヨークと磁石間に働く吸引力に抗して、磁石を鉄バックヨークに接近させる必要がある。吸引力は数百kgfから1tを超える力なので、組み付け治具は非常に堅牢で剛性の高いものにしなければならない。従って、非常に大型の組み付け装置となる。また、別の方法として、着磁していない磁石を鉄バックヨークに組み付け、組み付け後に着磁する方法がある。着磁していない磁石の鉄バックヨークへの組み付けは、組み付け時の吸引・反発がないため、作業は非常に容易である。しかし、組み付け後に磁石全体を一度に着磁せねばならず、非常に大型の着磁装置を必要とする。特にMRI装置用マグネットのような、1mを超える磁石を一度に着磁することは、電磁石であれパルス着磁器であれ実質的に不可能である。また、鉄バックヨークに組み付けたモータ用のC形状大型磁石を、通常の電磁石で着磁することは困難であり、パルス着磁器で着磁する場合でも非常に大型の電源を必要とする。

【0005】粉末冶金法により一体で製造可能な大型磁石の大きさは、現状では10cm角程度である。しかし、該磁石ブロックの重量は7~8kg以上になり、鉄バックヨークと磁石との吸引力は1tを超える。また、焼結希土類磁石の機械的性質はセラミック材料に類似しており、旋盤やフライス盤による削り・切断加工や穴開け加工は容易ではなく、タップを立てたり、有り溝加工などを行うことは非常に難しい。したがって、磁石単体を如何に保持するかも難しい課題である。

【0006】非磁性バックヨークに磁石を組み付ける場合は、バックヨークと磁石間の吸引力がないため、組み込みが容易になるが、磁石・磁石間の反発力はあるため、鉄ヨークに組み付ける場合と同じ問題がある。

【0007】したがって、高特性希土類永久磁石を使用して大型磁気回路を構成する場合、大型着磁磁石をヨーク構造物にどのような構造で、いかにして組み付けるかが、大きな問題であった。本発明が解決しようとする課題は、着磁された高特性大型磁石を鉄バックヨークに組み込む構造とその擦り込み方法に関するもので、本発明者等は安全にかつ容易に着磁された大型磁石を組み込む

ことを可能にしたものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、高特性大型磁石を鉄バックヨークに組み込んでなる永久磁石磁気回路にかかわるもので、大型磁石の組み込み構造と着磁された磁石を擦り込む方法について、上記課題を解決するものである。すなわち、本発明は、永久磁石と磁性または非磁性ヨークとにより構成される永久磁石磁気回路において、永久磁石をヨーク板に固着し磁石とヨーク板とが一体となった磁石構造物が、有り溝に挿入されて固定され、より大きな磁石構造物を形成してなることを特徴とする永久磁石磁気回路を要旨とするものである。

【0009】本発明は、作製可能な大型磁石と、該磁石と略同等な断面幅を有し、有り溝加工をした鉄プレートとを一体化させて磁石構造物を作製し、該磁石構造物を着磁後に、有り溝によって大型ヨーク構造物に取りつけるものである。以下、図3の永久磁石型MRIマグネットに適用した場合において、本発明の実施態様の一例を述べる。

【0010】本発明における一体化させた永久磁石と鉄プレートとは、図1(a)に示すように、着磁していない磁石1をオス有り溝4加工をしたオス鉄プレート2に固着し一体化させたものであり、以下、磁石構造物11と称する。この鉄プレートは磁石と略同等な断面幅を有し、磁石との固着の方法は金属部材などで物理的に固定してもよいし、接着剤で固着してもよい。該磁石構造物11は、電磁石による静磁場またはパルス磁場により、着磁を行う。該磁石構造物は大型とは言え、略10cm角程度なので、これを着磁する事は容易である。

【0011】次いで、図3に示すように、メス有り溝3加工を施したバックヨーク板10、15と継鉄柱8、9をボルト17、18などで固定し、ヨーク構造物を組み立てる。ここで、バックヨーク板の材質は磁性、非磁性のいずれでも良い。前記着磁された磁石構造物を、図2に示すようにメス有り溝3加工を施したバックヨーク10、15板に擦り込み治具6で必要個数擦り込み、オス有り溝鉄プレート2に立てたタップ（図示せず）により、ねじでバックヨーク10、15と固定する。その後、整磁板12、13を擦り込み・組み込んで図3に示す大型の磁気回路構造物、MRIマグネットを完成する。

【0012】本発明の鉄プレートとバックヨーク板に有り溝構造をとる利点を、以下に述べる。磁石と鉄プレートとが一体化されているため、鉄プレートに機械処理を施せば、擦り込み治具に磁石構造物を保持することが容易である。着磁された磁石を単体で組み付ける時、磁石をねじで保持することは既に述べたように困難なので、磁石保持機構は大型かつ複雑にならざるを得ない。本発明では、磁石構造物を有り溝に沿って横方向から擦り込んで組み付けるため、組み付け治具は一方に押し込み

動作を有する比較的簡便なもので良い。しかも、摩擦力や吸着力と直角方向に力がかかるため、押し込みに必要な力は吸着力などの数分の一以下で良い。また、複数の磁石構造物を擦り込む時、磁石間の同極反発による磁石構造物間の反発も、有り溝により拘束されているため、反発力に抗して一方に押し込むだけで良い。有り溝構造でなければ、磁石間の反発力に抗して組み込むためには、組み込み以外の二方向を何らかの方法で拘束しておかなければならないため、組み付け治具が大型かつ複雑になる。有り溝ではなく単なる溝加工の方が加工が簡単で、同等な効果が得られるように考えられる。しかし、磁石間の反発に対して一方は拘束されているが、浮き上がり方向に拘束されていないので、同じ問題が生じる。以上述べたように、有り溝加工を施した鉄プレートとバックヨーク板とを有する大型磁気回路は、組み付けが容易でかつ作製の寸法に基本的に制限がない。

【0013】図1(a)に示すように、磁石1とオス有り溝4を有するオス鉄プレート2とが一体となった磁石構造物11は、接着剤による固定か物理的な止めによる固定が行われる。接着剤による固定は最も簡便であり、接着強度も充分である。特にエポキシ系接着剤やアクリル系接着剤は、単位面積あたりの接着強度が大きいので好ましい。しかし、該接着剤の接着強度の耐候性や信頼性は問題がある。一般的には、高温（例えば100℃以上）で、接着強度は大幅に低下する。高温かつ高湿の環境では、接着強度は容易に劣化し、回復しない。また、エポキシ系接着剤は接着強度が高い代わりに脆性があるので、振動などに対して信頼性が乏しい。一方、シリコン系接着剤の接着強度はエポキシ系に比較し低いが、耐候性があり、弾性もあるため振動に対して強い。したがって、用途や使用磁石の大きさ、使用環境などにより、接着剤を使い分けする必要がある。接着剤のみの固定の場合、磁石間の隙間を樹脂で埋めてしまうことも有効である。

【0014】物理的な固定は、図1(b)のような押さえ治具51による固定が最も簡単である。また、図1(c)のように押さえ筒52または押さえ缶で、磁石1全体を覆うことも可能である。磁石のギャップ側にヨークを用いることが可能な場合、図1(d)のように押さえ板53により固定は容易になる。この他にも物理的な固定方法は考えられ、上記三つの例に限定されるものではない。なお図1(b)のような押さえ治具51による押さえは、磁石同士をできるだけ隙間なく並べる時には、適当でない。固定には、接着剤と物理的な押さえを併用することが望ましい。接着剤による固定と物理的な押さえの併用により、もし万一接着が剥れて磁石がはずれても、磁石の飛び出しを物理的な固定で防止することができる。

【0015】有り溝を有する磁石構造物のバックヨークへの組み付け方法は、基本的に擦り込みによる。擦り込

みの治具は、例えばボールネジにより擦り込む図2の擦り込み治具6のようなもので良く、磁石1とオス有り溝鉄プレート2とが一体となった磁石構造物11を、バックヨーク板10のメス有り溝3に擦り込む。擦り込み治具6は、手動、駆動モータ7や油圧駆動などにより駆動され、目的に応じて必要な駆動力の得られるものを使用する。

【0016】バックヨーク板が鉄の場合、磁石構造物を直接オス有り溝にはめ込むのは、吸引力が働き容易ではない。この場合はまずバックヨーク板に、同一寸法のメス有り溝加工を施した非磁性の補助ヨーク（図示せず）を取りつける。次に磁石構造物を、この非磁性の補助ヨークのメス有り溝に挿入し、擦り込んで、鉄のバックヨーク板の所定位置に設置・固定する。この一連の動作を必要個数分反復することにより、より大きな永久磁石磁気回路を構成すれば良い。

【0017】また、以上に述べた鉄プレート・バックヨーク板は、有り溝のオス・メスを逆に加工してもよいことは言うまでもない。

【0018】本発明の有り溝構造を有する永久磁石磁気回路は、MRIマグネットに限定されるものではなく、大型DCブラシレスモータやリニア同期モータなどの大型モータ、アクチュエータなどにも適用できる。この場合、メス有り溝をローターに施し、固定すれば良い。また、他にもプラズマ発生用の大型磁気回路や電子軌道を制御する例えば挿入光源などの大型装置にも適用できる。

【0019】

【発明の効果】本発明によれば、有り溝を使用した磁気回路構造により、ヨーク構造物を組みあげた後、磁石組

み付けを行う事が可能となり、大型の永久磁石磁気回路を容易に作製できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における、磁石と有り溝加工をした鉄プレートとの固定方法の例を示す模式図であり、(a)は接着剤による固定、(b)は押さえ治具による固定、(c)は押さえ筒による固定、(d)は押さえ板による固定を示す図である。

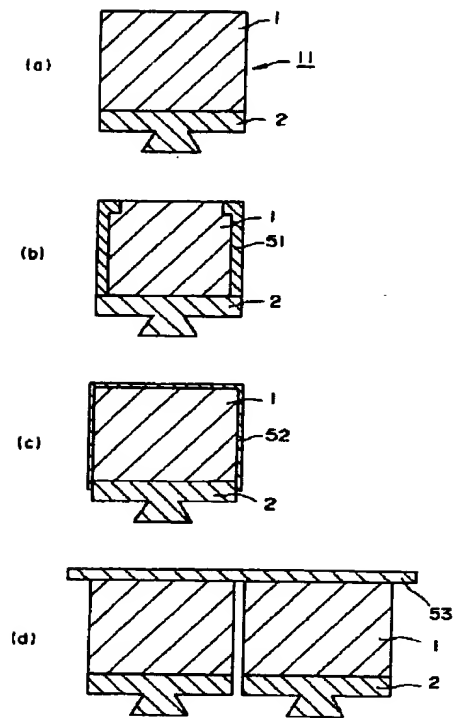
【図2】本発明における磁石構造物を有り溝バックヨーク板へ擦り込む方法の一例を示す模式図であり、(a)は側面模式図、(b)は(a)のa-a'面の断面模式図である。

【図3】本発明に用いる磁石対向型永久磁石磁気回路の模式図であり、(a)は上面模式図、(b)は正面模式図、(c)は側面模式図である。

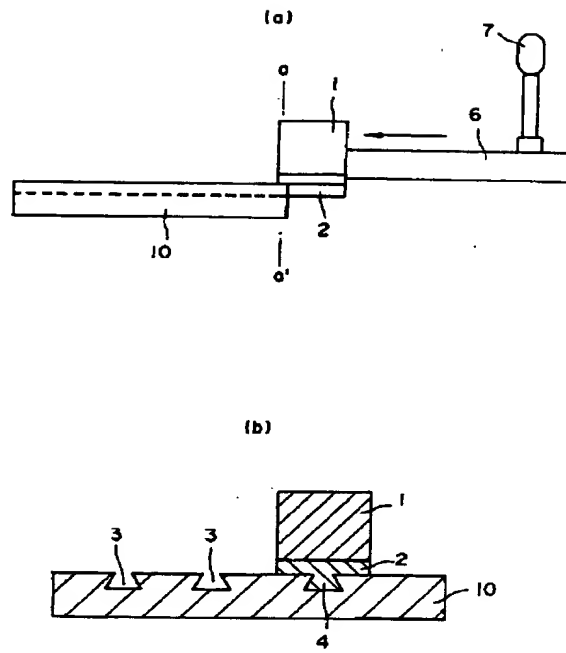
【符号の説明】

1、14	…	磁石	10、15	…
バックヨーク板				
11	…	磁石構造物	2	…
オス有り溝鉄プレート				
3	…	メス有り溝	4	…
オス有り溝				
51	…	押さえ治具	52	…
押さえ筒				
53	…	押さえ板	6	…
擦り込み治具				
7	…	駆動モータ	8、9	…
継鉄柱				
12、13	…	整磁板	17、18	…
ネジ				

【図 1】



【図 2】



【図 3】

